



Grundnotat om metoder indenfor teknologisk fremsyn

Andersen, Per Dannemand; Jørgensen, Birte Holst

Publication date:
2002

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Andersen, P. D., & Jørgensen, B. H. (2002). *Grundnotat om metoder indenfor teknologisk fremsyn*. Forskningscenter Risø.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Grundnotat om metoder indenfor teknologisk fremsyn

Udarbejdet for Erhvervsfremme Styrelsen af
Forskningscenter Risø
Per Dannemand Andersen og Birte Holst Jørgensen
September 2001

Indhold

Indledning	3
Nogle centrale begreber og definitioner.....	3
Metoder.....	5
Kortlægning, overvågning og trendanalyser.....	5
Kortlægning.....	5
Overvågning.....	6
Trendanalyser.....	6
Ekspertvurderinger	7
Interview.....	7
Spørgeskemaundersøgelser	8
Delphi.....	8
Andre participative teknikker	9
Multiple vurderingsmetoder	9
Scenarier.....	10
Roadmapping	11
Multikriterie-analyser.....	12
Tilrettelæggelse af teknologisk fremsyn	13
Indledende overvejelser	13
Formål, anvendelse, bagvedliggende rationaler og omfang	13
Institutionelle forhold og aktører.....	13
Metodevalg.....	13
Generel formidling og kommunikation.....	14
Projektfaser.....	14
Eksempler	14
Litteratur	18
Generelt	18
Metoder.....	18
Anvendelser	19

Indledning

Dette notat er udarbejdet på foranledning af Erhvervsfremme Styrelsen og skal tjene som inspiration til metodediskussion under planlægningen af det iværksatte projekt om teknologisk fremsyn (TF). Notatet er udarbejdet for at give paneldeltagere i teknologisk fremsyn og andre TF-interesserede en generel gennemgang af området og etablere en dansk terminologi omkring centrale begreber og metoder indenfor TF.

Nøglen til forståelse af TF ligger i brugen og kombinationen af forskellige typer af metoder og aktivitetsformer. Man kan sige, at det er en værktøjskasse, hvor de enkelte værktøjer kan kombineres på forskellig måde afhængig af situationen. Udfordringen er at anvende netop det sæt værktøjer, der passer til situationen.

Notatet giver en introduktion til forskellige TF-metoder, erfaringer med disse metoder, herunder også deres styrker og svagheder, kommunikation af TF-resultater samt en liste over relevant litteratur for de, som måtte ønske at læse videre. Notatets rammer giver ikke mulighed for en kritisk diskussion af de omtalte metoder og tilgange eller af de forudsætninger og antagelser, som de enkelte metoder bygger på.

Nogle centrale begreber og definitioner

Strategiske valg og prioriteringer vedrørende teknologi og forskning tages på mange niveauer og i forskellige sammenhænge.

Allerede fra omkring 1940erne arbejdede amerikanske forsvarsinstitutioner bevidst med udvikling af systematiske metoder til at foretage disse valg og prioriteringer. Mange af de metoder og beslutningsprocesser, der i dag anvendes til strategiske teknologivalg, er derfor oprindeligt udviklet til brug for amerikanske forsvarsinstitutioner. Også store amerikanske erhvervsvirksomheder har anvendt systematiske beslutningsmetoder i deres teknologiske strategiudvikling. Efter oliekriserne i begyndelse af 1970erne opstod der interesse for at anvende sådanne metoder i energisektoren - både i de store olieselskabers strategiudvikling og i de nationale energipolitikker. Siden starten af 1970erne har mange lande gennemført nationale projekter og programmer for teknologisk fremsyn (TF) med henblik på at skabe et bedre forsknings-, teknologi- og erhvervspolitisk beslutningsgrundlag samt på at øge samspillet mellem virksomheder, myndigheder og forskningsverdenen. (Den engelske betegnelse er *Technology Foresight*).

Den offentlige dialog om samfundets teknologiske prioriteringer har siden 1970erne i de fleste industrialiserede lande også være foretaget under overskriften teknologivurdering (På engelsk *Technology Assessment*). Teknologivurderingen har i højere grad end teknologisk fremsyn været fokuseret på nye teknologiers risikoaspekter og på de normer og værdier, der forbindes med de teknologiske muligheder. Teknologivurderingen har traditionelt haft mindre fokus på prioritering af langsigtet forskning.

Også virksomheder foretager strategiske valg indenfor forskning og teknologi ud fra mere eller mindre systematiserede processer, der skal afdække forventninger til fremtiden. Forskellige større virksomheder gennemfører projekter med det formål at identificere lovende teknologier og udvikle dem til kommercielt bæredygtige produkter og forretningsområder. Det er indlysende, at virksomheder af konkurrencehensyn ikke ønsker nogen bred dialog med andre samfundsaktører (her iblandt konkurrenter) om kommercielle muligheder. I den forstand ligner erhvervslivets behov og tilgang de oprindelige forsvarsrettede prioriteringsprojekter. De færreste virksomheder og tilknyttede konsulentvirksomheder anvender da heller ikke begrebet ”teknologisk

fremsyn” om det, de gør; men ofte begreber som overvågning, monitorering, fremskrivninger, osv. (På engelsk: *technology surveillance*, *technology monitoring*, *technology forecasting*).

Både teknologisk fremsyn og teknologivurdering inddrager imidlertid ofte i deres startfaser mange elementer af teknologisk overvågning og fremskrivning. Fremsynsprocesser vil som regel have brug for et startpunkt: en indledende definition (eller afgrænsning) af hvad det er, der skal analyseres, og hvad state-of-the-art er inden for denne afgrænsning. De tre begreber teknologisk fremsyn, teknologivurdering og teknologisk monitorering/fremskrivning har således mange fælles træk og betjener sig af mange af de samme processer og metoder. Men der er forskelle i traditioner, tilgange og udøvende organisationer.

Boks 1: Tre centrale begreber

Teknologisk fremsyn (*technology foresight*)

Teknologisk fremsyn er den brede øvelse på samfundsniveau med det formål at formulere og diskutere langsigtede perspektiver og prioriteringer inden for langsigtet offentlig forskning og udvikling. Koblingen mellem nye teknologiske muligheder og generelle samfundsbehov er et centralt emne. Offentlige myndigheder er ofte drivkraften bag teknologisk fremsyn.

Teknologivurdering (*technology assessment*)

Det centrale i teknologivurdering er som teknologisk fremsyn den brede samfundsdialog om teknologiske og forskningsmæssige emner, men teknologivurderingen har ofte større fokus på konsekvenser og risici af nye og eksisterende teknologiske muligheder. I teknologivurderingen står analyse normer og værdier i forbindelse med teknologi og teknologianvendelse ofte centralt. Centrale aktører indenfor teknologivurdering er forbruger- og andre interesseorganisationer eller offentligt finansierede organisationer, der er neutrale og kritiske.

Teknologisk overvågning/fremskrivning (*technology monitoring/forecast*)

Teknologisk overvågning og fremskrivning er en snævrere øvelse, der fokuserer nye forskningsmæssige gennembrud og nye teknologiske muligheder. Formålet kan være at identificere nye erhvervsmæssige eller forsvarsmæssige muligheder eller potentielle trusler og inddrage dette i organisationers strategiske planlægning. De organisationer, der anvender denne tilgang, er ofte relaterede til store erhvervsvirksomheder, til forsvaret eller andre offentlige organisationer.

Inspireret af Holtmannspötter & Zweck (2001)

Teknologisk fremsyn er som udgangspunkt baseret på to præmisser: at det er muligt at foretage teknologiske og forskningsmæssige valg, samt at der er ikke én, men flere mulige teknologiske fremtider. Dette står i modsætning til en mere traditionel opfattelse af den teknologiske udvikling som værende lineær og determineret. Den teknologiske udvikling er langt mere kompleks, dynamisk og præget af valg, end man hidtil har antaget, idet den finder sted i et spændingsfelt mellem forskellige interessenter og videnskabelige/teknologiske rationaler.

TF handler altså om at identificere og debattere teknologiske fremtider samt at identificere de udfordringer, der er forbundet med realiseringen af disse. En internationalt anerkendt definition på teknologisk fremsyn er: "*Foresight involves systematic attempts to look into the longer-term future of science, technology, economy, and society with a view to identifying emerging generic*

*technologies likely to yield the greatest economic and social benefit"*¹. Andre organisationer, som f.eks. det danske Teknologirådet lægger mere vægt på en dialog-orienteret definition, hvor dialogen mellem aktørerne fremhæves². Atter andre lægger vægt på, at inddrage bindeleddet mellem teknologisk fremsyn og de teknologipolitiske beslutningsprocesser direkte i definitionen.

Opsummerende kan man sige, at processen og implementeringen af resultaterne i form af konkret beslutningstagen spiller en lige så stor rolle i teknologisk fremsyn som resultaterne i sig selv. Man kan sige, at TF sigter på opfyldelsen af de fem K'er³:

- **K**oncentration om et langsigtet perspektiv – ofte 10 til 25 år
- **K**ommunikation mellem forskellige aktører fra innovationssystemet
- **K**o-ordination mellem forskellige aktører og deres fremtidige F&U-aktiviteter
- **K**onsensus om fremtidige mål og forskningsprioriteringer
- **K**ommitment blandt forskellige aktører til TF-resultater og deres transformation til konkret beslutningstagen.

Metoder

Der er mange måder at kategorisere TF-metoder på. Vi har valgt at gruppere metoderne i tre hovedgrupper:

1. Kortlægning, overvågning og trendanalyser (fremskrivninger)
2. Ekspertvurderinger
3. Multiple/normative vurderingsmetoder

Den første gruppe er velegnet til at vurdere en teknologisk fremtid på kort- og mellemlangt sigt, som er karakteriseret ved lav usikkerhed og inkrementelle ændringer. Den anden gruppe med ekspertvurderinger er mere rettet mod det lange sigt, hvor den teknologiske udvikling er præget af stor usikkerhed og teknologiskift. Den tredje og sidste gruppe indeholder metoder, der kan tage udgangspunkt i metoder indenfor de to andre grupper, men derudover indeholder strategiske elementer.

Kortlægning, overvågning og trendanalyser

Kortlægning

Fremsynsprojekter indledes ofte med en kortlægning – en beskrivelse – af det teknologiske felt. Spørgsmålet er: Hvad ligger indenfor og udenfor det, der skal analyseres. Selve beskrivelsen af analysefeltet er ofte vanskeligere og mere tidskrævende end sædvanligvis antaget⁴. Til denne beskrivelse kan man gå systematisk til værks og anvende f.eks. et relevanstræ, der er et hierarki af delelementer af det, man vil undersøge. Er det automobiler, kan første niveau omfatte selve bilen, andet niveau kan omfatte motor, transmission, karosseri, osv. I tredje niveau fininddeles elementerne yderligere. Eksempelvis kan motoren inddeles i indsprøjtning, stempeler, lejer, motorolie osv. På den måde kan der skabes et systematisk overblik over teknologiske emner, der skal inddrages i den videre analyse. Ulempen ved relevanstræer er, at selv ret simple teknologiområder hurtigt bliver meget uoverskuelige, og de væsentlige forhold kan drukne i detaljerne. En anden tilgang er at gennemføre en eller flere brainstorm om, hvilke delelementer, det udvalgte teknologiske felt omfatter, samt gruppere delene på intuitiv vis. Fordelen er her, at eks-

¹ OECD (1996)

² Teknologirådet (1999)

³ Irvine & Martin (1984)

⁴ Van Wyk (1997)

perter på et teknologisk felt normalt hurtigt kan beskrive feltets væsentlige elementer. Ulempen er, at beskrivelsen risikerer ikke at være dækkende.

Overvågning

Når det teknologiske felt er beskrevet, vil næste trin være at beskrive den hidtidige teknologiske (og samfundsmæssige, økonomiske og politiske) udvikling på feltet. Det er stort set den aktivitet, der betegnes som overvågning eller monitorering.

Dette kan ofte gennemføres som et desk-study. Der kan foretages litteraturstudier af relevante faglige tidsskrifter. Her vil man ofte kunne finde megen teknologisk information af statistisk karakter, f.eks. udvikling i materialeforbrug, stykomkostninger, fremstillingsprocesser, osv. Simpel patentstatistik på patentdatabaser som DERWENT kan hurtigt give fingerpeg om, i hvilken retning den teknologiske udvikling går. Forudsat man har den fornødne teknologiske kompetence til at opstille egnede søgeord. Moderne patentdatabaser kan endvidere sige noget om, hvilke personer, virksomheder og lande der er aktive på hvilke områder, og man kan have mulighed for at spore sammenhæng mellem patenter og videnskabelig litteratur. Tilsvarende er bibliometriske undersøgelser et anvendeligt værktøj, forudsat man har den fornødne teknologiske kompetence til at opstille egnede søgeord. Bibliometriske undersøgelser kan give billeder af udviklingen af et teknologisk felt, og af hvilke personer, virksomheder og lande der er aktive eller førende på de enkelte områder. Specielt efter at Internettet har givet adgang til meget store og professionelle databaser, er der åbnet for interessante muligheder for studier af litteratur og patenter. Litteraturstudier, patent- og bibliometriske undersøgelser vil ofte med stort udbytte kunne suppleres med interview med nøglepersoner på de udvalgte områder.

Trendanalyser

Trendanalyser dækker en bred vifte af kvantitative metoder, der baserer sig på historiske data, som på forskellig vis fremskrives: som en simpel lineær fremskrivning, eller som fremskrivninger baseret på flere og indbyrdes kausale variable. Trendanalyser baseres på følgende antagelser:

- Fremtiden er en forlængelse af den umiddelbare fortid, fordi menneskelig adfærd følger bestemte love, der kan udtrykkes kvantitativt.
- Fremtiden er forudsigelig, hvis blot man forstår de underliggende love og kausale sammenhænge.

Her er det vigtigt at gøre opmærksom på, at dette for så vidt ikke adskiller sig fra mere kvalitative vurderinger om forventninger til fremtiden, idet der foretages en vurdering af relationer mellem fremtidig udvikling og nutidige/fortidige vilkår.

Den simpleste trendanalyse er ekstrapolation af en historisk udvikling. Et velkendt eksempel er Moore's lov, der siger, at computeres hastighed fordobles hver 18. måned, og prisen halveres. Denne lov har holdt i flere årtier og vil sikkert holde endnu et årti eller to. Svagheden ved ekstrapolationer er, at de ikke kan sige noget om skift i teknologier. Man kan heller ikke ekstrapolere en udvikling, der endnu ikke er startet.

En anden metode er erfaringskurver (*experience curves*), der grundlæggende siger, at hver gang det akkumulerede antal (det samlede antal siden "opfindelsen") af et produkt fordobles, reduceres omkostningen med en bestemt faktor - typisk 15%. Erfaringskurver har traditionelt været anvendt i produktionsvirksomheder med høje styktal, men OECD/IEA er kommet langt med at udvikle erfaringskurver som værktøj til at prioritere energiteknologier ud fra deres fremtidige egenskaber⁵. Svagheden er, at erfaringskurver kun kan bruges til at sige noget om lineære ud-

⁵ OECD/IEA (2000)

viklinger. Sker der teknologispring, eller kommer helt nye teknologier til, er erfaringskurver uanvendelige.

Trendanalyse eller fremskrivning kan også ske ved hjælp af S-kurver, der bygger på, at teknologier sædvanligvis har et bestemt livsforløb på markedet. S-kurve teorien siger, at ved markedsintroduktion af en teknologi er væksten langsom, herefter kommer en markant vækstfase i salget, som igen aftager ved den modne teknologi eller evt. helt stopper. Herefter kan nye teknologier, der opfylder de samme behov eller flere behov på en bedre måde, overtage markedet. Et eksempel kan være spolebåndoptagere, kassette båndoptagere, CD-rom systemer, osv. Det er en simpel model, der ofte ganske korrekt beskriver nye teknologiers markedsintroduktion og livsforløb.

Ekspertvurderinger

Kan man ikke igennem trendanalyser og lignende danne sig billeder af mulige fremtider, må man spørge personer med speciel faglig ekspertise om deres vurdering af mulighederne. Fælles for ekspertvurderinger er en usikker relation mellem konkret viden og intuition, især når det gælder fremtiden. Der lægges derfor vægt på refleksive processer, hvor eksperter konfronteres med egne udtalelser og med andres.

Når eksperter udvælges, kan det f.eks. ske ud fra en række kriterier, der sikrer:

- En spredning i faglig ekspertise
- En spredning i erfaringer
- En spredning blandt forskellige grupper eller interessenter.
- En spredning i kønsmæssig og aldersmæssig sammensætning

Selve udvælgelsen af eksperter kan ske som en co-nomineringsproces⁶. Det vil sige en rullende proces, hvor eksperter spørges om et antal emner og trends, der er interessante på et givent område, samt om anbefaling (nominering) af andre eksperter indenfor disse emner og trends. Da det er vanskeligt at karakterisere en ekspert, opfordres deltagere ofte til at vurdere deres egen ekspertise indenfor området. Indenfor TF betragtes følgende ekspertvurderinger som centrale:

- Interview
- Spørgeskemaundersøgelser
- Delphi
- Andre participative teknikker

Interview

Formålet med at gennemføre personlige interview er at få detaljeret information om denne persons vurdering af et bestemt emne. Interviewet går så at sige bag om de ekspertvurderinger, man har adgang til i litteraturen.

En af fordelene ved det personlige interview er, at intervieweren kan vejlede den interviewede og uddybe spørgsmålene. Interviewet kan være struktureret i henhold til på forhånd fastlagte spørgsmål, eller det kan være semi-struktureret, så den interviewede har mulighed for at udvikle sine argumenter og overvejelser. Interview kan gennemføres ansigt-til-ansigt. Det giver mulighed for at få et helhedsindtryk af oplysningskilden, samtalen kan optages på bånd, og synsindtryk kan indgå. Det er imidlertid en ressourcekrævende form for dataindsamling, især hvis de interviewede er spredt på forskellige lokaliteter. Telefoninterview kan være et økonomisk alter-

⁶ Nedeva, Georghiou, Loveridge (1996)

nativ til det personlige interview. Interview kan optages på bånd og kan understøttes af særlige IT-systemer, der gør den efterfølgende databehandling lettere.

Spørgeskemaundersøgelser

I modsætning til interview registrerer respondenter i spørgeskemaundersøgelser selv sine svar i spørgeskemaet. Det er en hel videnskab at lave spørgeskemaer. Men kendetegnet ved et godt spørgeskema er, at det er overskueligt og med en naturlig sekvens i spørgsmålene. Det skal indeholde entydige og relevante spørgsmål. Spørgeskemaundersøgelser kobles ofte med andre ekspertvurderingsmetoder. For eksempel kan ekspertpaneler inddrages i formulering af spørgsmål og tolkning af svarene. Det er ofte en ressourcekrævende proces.

Med Internettet er der udviklet en række on-line spørgeskema-programmer. Det giver mulighed for en billigere og hurtigere gennemførelse af store kvantitative spørgeskemaundersøgelser. I princippet følges de samme kvalitetskriterier som i de traditionelle spørgeskemaer. Udvælgelsen af respondenter kan følge nøje fastlagte kriterier, så at en afgrænset population får tilsendt invitation via e-mail og med password til at deltage i undersøgelsen. Undersøgelsen kan også være åben for enhver home-page besøgende, der inviteres til at deltage i undersøgelsen.

Delphi

Indenfor teknologisk fremsyn er Delphi en af de klassiske metoder. Den blev udviklet af den amerikanske forsvarsanalyseinstitution the Rand Corporation i 1950'erne for at udnytte kreativiteten i gruppe brainstorming og samtidig forsøge at undgå de psykologiske og adfærdsmæssige effekter i grupper. Kort fortalt er det en metode, som regel en spørgeskemaundersøgelse, der gennemføres i flere omgange og med kontrolleret feedback indeholdende resultaterne fra den forrige runde. Delphi er en iterativ proces, der giver deltagerne lejlighed til at reflektere over tidligere besvarelser, når disse sammenholdes med andre eksperters besvarelser. Samtidig er det en anonym proces, hvor deltagerne ikke kender hinanden og kan identificere hinandens besvarelser.

Boks 2: Eksempel på Delphi gennemført af Rand Corporation

Baggrund: 6 fokusområder var genstand for undersøgelsen. Disse var: videnskabelige gennembrud, befolkningsvækst, automation, rumfart, krig, og fremtidige våbensystemer. Til hvert område blev der nedsat paneler med ca. 80 deltagere. Nedenfor beskrives processen for fokusområdet "Videnskabelige gennembrud".

1. runde: Deltagerne blev per brev spurgt, om de kunne nævne opfindelser eller videnskabelige gennembrud, som var nødvendige eller ville ske indenfor de næste 50 år. 49 emner blev identificeret.

2. runde: Deltagerne blev per brev spurgt om, hvornår hvert af de 49 emner (videnskabelige gennembrud) ville være en realitet - med en given sandsynlighed. For 10 af de 49 emner var der nogenlunde konsensus med hensyn til tidshorisonten.

3. runde: Deltagerne modtog endnu et brev. Brevet listede de 10 emner, der var mest enighed om og opfordrede de "uenige" til at argumentere for deres uenighed. Brevet listede endvidere de 17 emner, der var mindst enighed om og opfordrede alle til at forklare hvorfor, der var stor uenighed. Endelig blev deltagerne igen spurgt om, hvornår hvert af de 49 emner (videnskabelige gennembrud) ville være en realitet. Denne "feed-back" og opfordringen til at gennemtænke argumenter for besvarelsen resulterede i en generel større enighed om tidshorisonterne for de 49 emner.

4. runde: Samme procedure som i tredje runde. Det resulterede i 31 emner, som der var opnået nogenlunde enighed omkring med hensyn til tidshorisonter.

Kilde: Jantsch (1967).

Delphi-undersøgelsen har til hensigt at opnå en konvergens om udpegningen af centrale problemstillinger og emner samt om, hvad den mulige fremtidige udvikling er indenfor disse problemstillinger og emner. Denne konvergens kan enten ske ved gentagne runder af spørgeskemaer til den samme gruppe personer, eller ved at veksle mellem større Delphi-paneler og mindre panel-møder. Den bagvedliggende antagelse er, at konsensus blandt eksperter er en bedre rettesnor end individuelle meninger. I boks 2 beskrives sekvensen i en af de første RAND Delphi-undersøgelser.

Der har været en del kritik af Delphi som en hensigtsmæssig metode i TF. Den kritiseres bl.a. for at være at tegne et teknologifikeret og optimistisk billede af fremtiden og for at være for overfladisk i forhold til mere komplicerede årsagssammenhænge. Den er dog en fleksibel metode, der i lighed med andre metoder kan optimere processen på forskellig vis, f.eks. ved at præsentere resultater på en forståelig og overskuelig måde, der analytisk går bag om grafer og tal og gengiver argumenterne i sin helhed. Endelig kan Delphi-studier kombineres med andre TF-metoder: trendanalyser, ekspertpaneler, scenarier, osv.

Andre participative teknikker

Som en mellemform mellem interview og spørgeskemaundersøgelser anvendes ekspertpaneler eller fokusgrupper ofte i TF-projekter. Ekspertpaneler skal her forstås som en gruppe af faglige eksperter, embedsmænd, organisationsfolk, lægfolk osv. med særlig indsigt i emneområdet. Da panelerne i høj grad skal arbejde kreativt og med langsigtede perspektiver, har både paneldeltagernes faglige viden og deres personlige egenskaber betydning. Ekspertpanelerne kan anvende forskellige arbejdsformer som brainstorms, fokuseringsteknikker med farvede Post-It lapper, SWOT-analyser, osv. Ekspertpaneler kan være en effektiv metode, hvis deltagerne ikke er lønnede, men kun får dækket direkte omkostninger.

Konferencer kan f.eks. stille skarpt på konsekvenserne af ny teknologi. En særlig version er de såkaldte konsensus konferencer, som Teknologirådet arrangerer indenfor teknologier præget af stor usikkerhed eller forbundet med moralske og etiske problemstillinger. I de situationer, hvor der ikke er opnået konsensus, kan der f.eks. afholdes en afstemningskonference, der fungerer som et bytning med deltagelse af politikere, eksperter og borgere. I princippet konfronteres uenige parter i en formaliseret dyst på ord, hvor tvivlsspørgsmål gennem konfrontation af modsatrettede synspunkter fremlægges for en lyttende tredje part, der skal træffe beslutning i sagen og endelig sætte den til afstemning blandt deltagerne. I de senere år har IT-support systemer (som f.eks. Groupware) været populære værktøjer til at optimere disse gruppeprocesser. Disse IT-værktøjer kan også kombineres med open-space mødeformer⁷.

Fælles for de participative metoder er, at facilitatoren, det være sig panel-, workshop- eller konferencelederen, spiller en vigtig rolle for processen, idet hun/han skal sikre en konstruktiv og kreativ idegenerering og meningsudveksling.

Multiple vurderingsmetoder

Multiple vurderingsmetoder adskiller sig fra trendanalyser og ekspertvurderinger ved på den ene side at være åben overfor flere mulige fremtider og på den anden side strategisk at handle i forhold til en bestemt fremtid. Fokus er derfor ikke så meget på spørgsmålet "Hvordan vil fremtiden blive?", men mere på "Hvilke mulige fremtidsrum kan man forestille sig, hvilket fremtidsrum ønsker jeg, og under hvilke betingelser vil dette fremtidsrum blive realiseret – underforstået hvad skal jeg gøre for at virkeliggøre dette fremtidsrum?" Derfor kaldes disse TF-metoder også normative metoder for at understrege, at fremtiden ikke er noget, der kommer af sig selv, men noget vi er med til målrettet at skabe⁸. Vi vil fremhæve tre normative TF-metoder:

⁷ Harrison (1997)

⁸ Martino (1991)

- Scenarier
- Roadmapping
- Multikriterie-analyser

Scenarier

Scenariemetoderne er udviklet af the Rand Corporation i 1950erne og 60erne til at udvikle alternative muligheder for at håndtere den kolde krig mellem USA og Sovjetunionen. Også store virksomheder som General Electric og Shell har anvendt scenarier i strategiudviklingen.

Der findes forskellige typer af scenarier, som groft kan klassificeres i to hovedgrupper⁹.

- Sandsynlige scenarier er baseret på en analytisk tilgang. De har et eksplorativt fokus og af-dækker en række strukturelle variable af betydning for forskellige fremtider. Se eksempel i boks 3.
- Foretrukne scenarier er baseret på værdier og har dermed et normativt fokus, hvor ideen er at inddrage synspunkter fra forskellige interessenter og skabe konsensus omkring et fælles ønsket scenario (vision).

Boks 3: Eksempel på generisk, scenariebaseret strategiproces

9.00 - 9.20	Introduktion til scenariemetoder
9.20 - 11.00	Bestemmelse af drivende faktorer for "globale" scenarier for 2025 <ul style="list-style-type: none"> • Brainstorm om mulige faktorer (eller variable) • Udpegning af de væsentligste faktorer • Sammenkædning og gruppéring af faktorer • Dannelse af "mini-scenarier" omkring hver gruppe
11.00 - 11.15	Kaffepause
11.15 - 11.45	Diskussion af resultaterne
11.45 - 13.15	Bestemmelse af drivende faktorer for udviklingen i den aktuelle branche eller teknologiske felt frem til 2015 <ul style="list-style-type: none"> • Brainstorm om mulige faktorer (eller variable) • Udpegning af de væsentligste faktorer
13.15 - 14.00	Frokostpause
14.00 - 14.30	Diskussion af resultater
14.30 - 15.30	Udvikling af alternative scenarier <ul style="list-style-type: none"> • Sammenkædning og gruppéring af faktorer • Dannelse af "mini-scenarier" omkring hver gruppe
15.30 - 15.45	Kaffepause
15.45 - 16.15	Diskussion af resultater
16.15 - 17.30	Afklaring af de mest betydende begivenheder samt udvikling af robuste strategiske muligheder.
17.30 - 18.00	Diskussion af resultater og konsensus om strategier

Kilde: Mercer (1997)

På samme måde som der findes forskellige typer af scenarier, findes der forskellige metoder eller teknikker til at udvikle disse scenarier. Shells metode bygger på en kvalitativ og intuitiv scenarie-proces. Scenarier udvikles i grupper, hvor man identificerer forskellige betydende, men højst usikre drivkræfter og udvikler 2-4 forskellige sandsynlige fremtider. Som input til gruppens arbejde kan indgå forskellige former for trendanalyser og ekspertvurderinger. Når scenarierne er udviklet og dokumenteret, kan de efterfølgende vurderes, om de er internt konsistente, om de alle er sandsynlige, samt hvilke scenarier man foretrækker frem for andre¹⁰. Andre meto-

⁹ Linstone (1999)

¹⁰ Bijl (1992)

der baseres på cross-impact analyser, som kan være kvalitative eller kvantitative eller kombinationer af disse. I Frankrig er der udviklet en metode kaldet La Prospective, der integrerer forskellige typer af scenarier, forskellige trendanalyser og ekspertvurderinger samt strategiprocesser.

Scenarier er især velegnede ved¹¹:

- Integration af politiske, sociale, økonomiske og teknologiske faktorer og disses betydning for en given teknologisk udvikling.
- Langsigtet tidshorisont der tillader generelle billeder på fremtidige vilkår.
- Stor usikkerhed ved problemet, hvor forskellige alternative udviklingsveje kan illustreres.
- Mangel på data eller ved ressourcekrævende dataindsamling.
- Kombination af mange typer af data, kvalitative såvel som kvantitative.

Til gengæld er scenarier ikke særligt velegnede til at komme med præcise svar på helt konkrete teknologiske problemstillinger.

Det anbefales som regel, at scenarieprocesser strækker sig over flere (eller mange) dage og kobles med andre metoder. Erfaringerne viser imidlertid, at det er svært at engagere eksterne ressourcepersoner i længere tid. Derfor er der flere steder i verden eksperimenteret med korte tidsforløb. I boks 3 er angivet et eksempel på en en-dags scenariebaseret strategiproces udviklet i England.

Roadmapping

Teknologisk (og F&U) road-mapping bruges bredt til at illustrere relationerne mellem forskning, teknologi og anvendelse¹². Som navnet antyder, er roadmapping en proces til bestemmelse af, hvilke veje man kan vælge for at nå bestemte mål. Roadmaps anvendes som beslutningsværktøjer, men kan også bidrage til at skabe konsensus og en form for fremadrettet udsyn på den teknologiske udvikling. Roadmapping er derfor stort set det samme som *backcasting*, der måske oftere omtales i litteraturen om teknologisk fremsyn. Begrebet roadmapping har imidlertid indenfor de seneste år vundet udbredelse som nationalt/regionalt teknologipolitisk strategiværktøj på energi-, miljø-, og IT-områderne. Roadmapping anvendes også på virksomhedsniveau i virksomheder som ABB og Grundfos.

Der eksisterer mange typer og metoder for roadmapping, men vi vil her alene se på ekspert-baserede forsknings- og teknologiske roadmaps (*science and technology roadmaps*).

Roadmapping fokuserer på at identificere og beskrive sammenhængen mellem strategiske mål (eller politiske visioner), markedsstrukturer, produkter, teknologier, forskningsaktiviteter, osv. Det kan f.eks. ske i teknologiske arbejdsgrupper, der dækker forskellige faglige discipliner som design, produktion, emballage, osv. - men også tværfaglige områder som miljø, sikkerhed og uddannelse. Udvælgelsen af eksperter spiller en stor rolle for kvaliteten af roadmaps og bør afspejle formålet med roadmap-processen.

Roadmappen kan være tilbageskuende (*retrospective*), idet den tager udgangspunkt i et færdigt produkt, som så trævles op med hensyn til betydende sammenhænge for at afdække vidensprocesser. Det svarer stort set til en evaluering af, hvordan produktet er blevet udviklet. Fremadskuende (*prospective*) roadmaps kan have to udgangspunkter. Den teknologidrevne roadmap kan tage udgangspunkt i et eksisterende forsknings- og teknologiprojekt og så arbejde sig frem mod forskellige anvendelsesområder. I modsætning hertil findes den behovs- eller markeds-

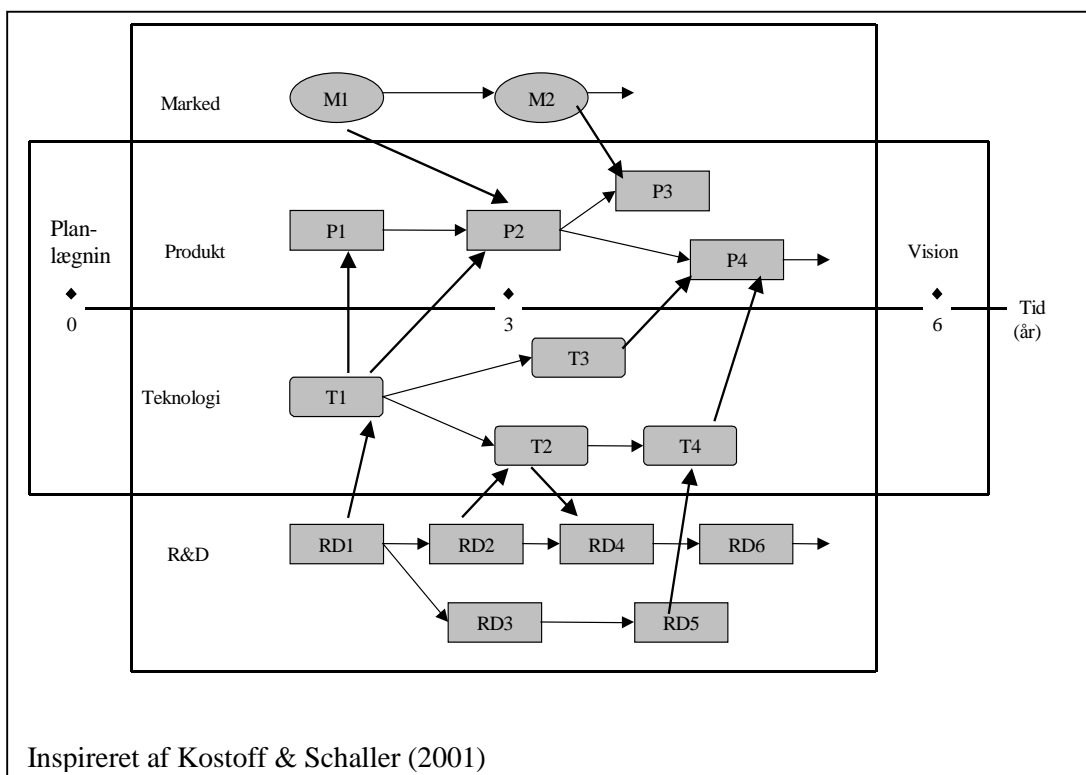
¹¹ Millett & Honton (1991)

¹² Kostoff & Schaller (2001); Kappel (2001).

drevne roadmap, der tager udgangspunkt i ønskede visioner (eller slutprodukter) og herefter identificerer nødvendige aktiviteter og deres indbyrdes sammenhæng. Endelig findes der kombinationer af tilbageskuende og fremadskuende roadmaps, f.eks. hvis man indenfor et igangværende forsknings- og teknologiprogram ønsker at kombinere den hidtidige viden på området med en vision for, hvordan den kan udvikle sig i fremtiden.

Roadmapping er særligt egnet til udvikle strategier for konkrete teknologiske problemstillinger. Ekspertbaserede roadmap-processer vil ofte være ressourcekrævende.

Boks 4: Eksempel på roadmap



Multikriterie-analyser

Multikriterie-analyser er knyttet til problemsituationer, hvor der skal vælges mellem vanskeligt sammenlignelige alternativer, og hvor der foreligger en række meget forskellige kriterier for, hvad beslutningen ideelt skal opfylde. Kriterierne kan være både kvalitative og kvantitative. Multikriterie-analyser nævnes ikke så tit i litteraturen om teknologisk fremsyn men ofte i strategi- og læreproces-litteraturen¹³. Multikriterie-analyser er ofte en af de eneste reelt anvendelige metoder på områder som kompleks risikoanalyse. Multikriterie-analyser har for eksempel været anvendt i beslutningsprocesser om placering af industrianlæg i lokal- og regionalplaner samt i trafikpolitiske problemstillinger.

Multikriterie-analyser kan ikke stå alene, men kombinerer ofte ekspertvurderinger, scenarier og andre TF-metoder.

¹³ Sørensen & Vidal (1999)

Tilrettelæggelse af teknologisk fremsyn

Indledende overvejelser

Der findes utallige måder, hvorpå TF kan tilrettelægges og gennemføres. Nedenfor gives en summarisk gennemgang af nogle vigtige punkter, der bør overvejes på forhånd.

Formål, anvendelse, bagvedliggende rationaler og omfang

Formål og den påtænkte anvendelse af TF-projektet skal være præcist og klart defineret. Det er en forudsætning for en succesfuld gennemførelse af projektet, at alle parter er klar over, hvad processen og resultaterne skal bruges til. Det betyder også, at bagvedliggende rationaler (for eksempel politiske målsætninger og begrænsninger) bør være gennemskuelige. Man skal have overvejet, om det konkrete formål nu også bedst imødekommes igennem et TF-projekt, eller om andre processer ville være mere hensigtsmæssige.

En TF-proces er ofte en langvarig proces, der involverer mange aktører. Man bør på forhånd have afstemt ambitionsniveauet med de tidsmæssige og omkostningsmæssige ressourcer, der er til rådighed.

Institutionelle forhold og aktører

TF-projektet må have en klart defineret projektejer eller opdragsgiver, der er ansvarlig for den overordnede tilrettelæggelse af processen og som helst skal repræsentere den organisation, institution eller gruppering, der skal anvende resultaterne. Opdragsgiver vil ofte være en virksomhed eller en offentlig institution – i dette tilfælde Erhvervsfremme Styrelsen.

I udenlandske erfaringer med TF understreges det endvidere, at opdragsgiver er repræsenteret af en styregruppe. Et antal personer, der i det daglige kan tale på opdragsgivers vegne i forhold til udførende projektteam, osv. I nogle tilfælde er styregruppen af ren administrativ art, og i andre tilfælde kan styregruppen også være det ekspertpanel, der er sammensat af nøglepersoner omkring det aktuelle teknologiske tema.

Panelformanden er en central person, hvis personlige egenskaber som formand, facilitator og formidler kan være afgørende for hele TF-projektets succes. Det kræver en betydelig indsats at virke som panelformand. Opgaven vil ofte være mere end blot mødeleder under 3 til 5 møder. Derfor vil det ofte være hensigtsmæssigt at aflønne panelformænd, med mindre deres commitment kan sikres på andre måder – for eksempel igennem stærk personlig eller professionel interesse i processen og resultatet.

Selve TF-projektet udføres af et projektteam eller projektgruppe, der typisk består af 2 til 6 personer. Projektteamet skal helst omfatte både metodiske kompetencer og teknologiske kompetencer på det aktuelle teknologiske felt. Projektteamet bør i øvrigt trække på eksterne ydelser efter behov. TF er i høj grad en tværdisciplinær øvelse, der kræver koordinering mellem mange former for ekspertise (metodiske som teknologiske).

Metodevalg

Før valg og kombination af metoder bør mindst følgende overvejelser foretages¹⁴:

- Hvad er det helt konkrete formål med TF projektet indenfor det aktuelle område, og hvad skal TF processen og TF resultaterne bruges til?
- På hvilket niveau foretages TF, dvs. stræber man efter et TF på samfundsmæssigt niveau (makro), på sektorniveau (meta) og/eller ønsker man at gennemføre det på institutions- og virksomhedsniveau (mikro)

¹⁴ Millet & Honton, 1991; OECD, 1996

- Hvilken tidshorisont skal gælde for TF, f.eks. 5 år, 10 år, 20 år eller 50 år?
- Hvad karakteriserer fokusområdet? Hvordan er den økonomiske struktur, dvs. virksomhedsstørrelse, vidensintensitet mv. Er det et område med stor politisk og samfundsmæssig bevågenhed - som f.eks. indenfor bioteknologi?

Generel formidling og kommunikation

Formidling og kommunikation omkring fremsynsprojekter må også nøje overvejes i den indledende fase. Og der er ikke blot tale om formidling af resultaterne efter projektets afslutning. Udenlandske erfaringer peger på, at "*awareness seminars*" og lignende er vigtige tidligt i processen for at sikre tilstrækkelig bred interesse og deltagelse under processen. Der kan være tale om workshops eller seminarer, delrapporter, nyhedsbreve, hjemmesider, osv. Det er selvfølgelig vigtigt på forhånd at overveje, hvilke budskaber der skal leveres til hvilke personer, grupper eller organisationer - og så vælge formidlingskanaler herefter.

Projektfaser

Der findes et ual af eksempler på, hvordan TF er blevet tilrettelagt og gennemført i andre lande, og det er ikke muligt inden for dette notats rammer at give et overblik over disse. TF projekter, der omhandler konkrete erhvervssektorer eller teknologiområder, vil imidlertid ofte have fire faser.

Første fase er en initial teknologisk og emnemæssig kortlægning og afgrænsning samt foreløbig udpegning af ressourcepersoner og paneldeltagere. Denne fase gennemføres ofte som *et desk-study* evt. suppleret med interview med nøgleaktører.

Anden fase omfatter identifikation af kritiske emner og trends inden for det aktuelle område. Dette kan ske igennem overvågning af andre tilsvarende studier, igennem interview eller igennem spørgeskemaundersøgelser (se boks 2 i afsnittet om Delphi-undersøgelser). Afgrænsningen af det aktuelle emne vil typisk ændre sig igennem denne fase.

Tredje fase er en kritisk vurdering af de identificerede emner og trends samt vurdering af deres relevans, tidshorisont, indbyrdes sammenhæng, muligheder, konsekvenser, osv. Denne fase baserer sig på vurderingsmetoder som interview, spørgeskemaundersøgelser, paneldiskussioner, Delphi-studier, scenarieøvelser, osv.

Fjerde fase omfatter formidling og implementering. Man vil ofte vælge at anvende en eller anden form for formidling af delresultater efter hver af de foregående faser med henblik på dialog om og input til den videre proces. Den afsluttende formidling kan ske igennem rapportering af og brochurer om projektets resultater samt afholdelse af seminar, konference el. lign. - tilpasset målgruppernes karakter. Er der tale om et mere strategiorienteret TF projekt må der ske en implementering af resultaterne i den aktuelle organisation, virksomhed eller lignende målgruppe. Det kan for eksempel ske som led i organisationens strategiproces.

Eksempler

Vi har nedenfor valgt tre eksempler, som har forskelligt formål, og som derfor også gør brug af forskellige metoder og kombinationer af metoder.

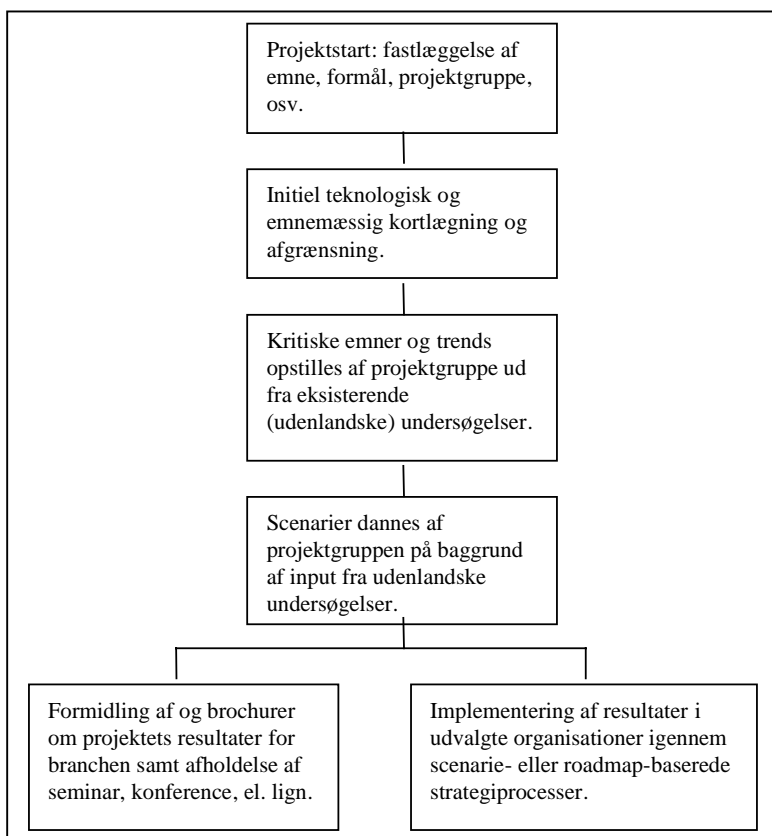
Første eksempel er et smal TF projekt, med det formål at opstille strategiske mål og handlingsplaner for teknologiudvikling i en organisation (virksomhed) eller gruppe af organisationer. Kernen i projektet er *desk-studies* udført af en projektgruppe uden en bredere involvering af andre end den eller de organisationer, der er den direkte målgruppe. Har projektet

bredere interesse gennemføres en bred formidling. En en-dags scenarieproces kan endvidere anvendes som formidlingsværktøj til de enkelte organisationer. Egentlig implementering af resultaterne kan ske som mere omfattende scenarie- eller roadmapbaserede strategi-processer direkte i de organisationer, der er projektets målgruppe.

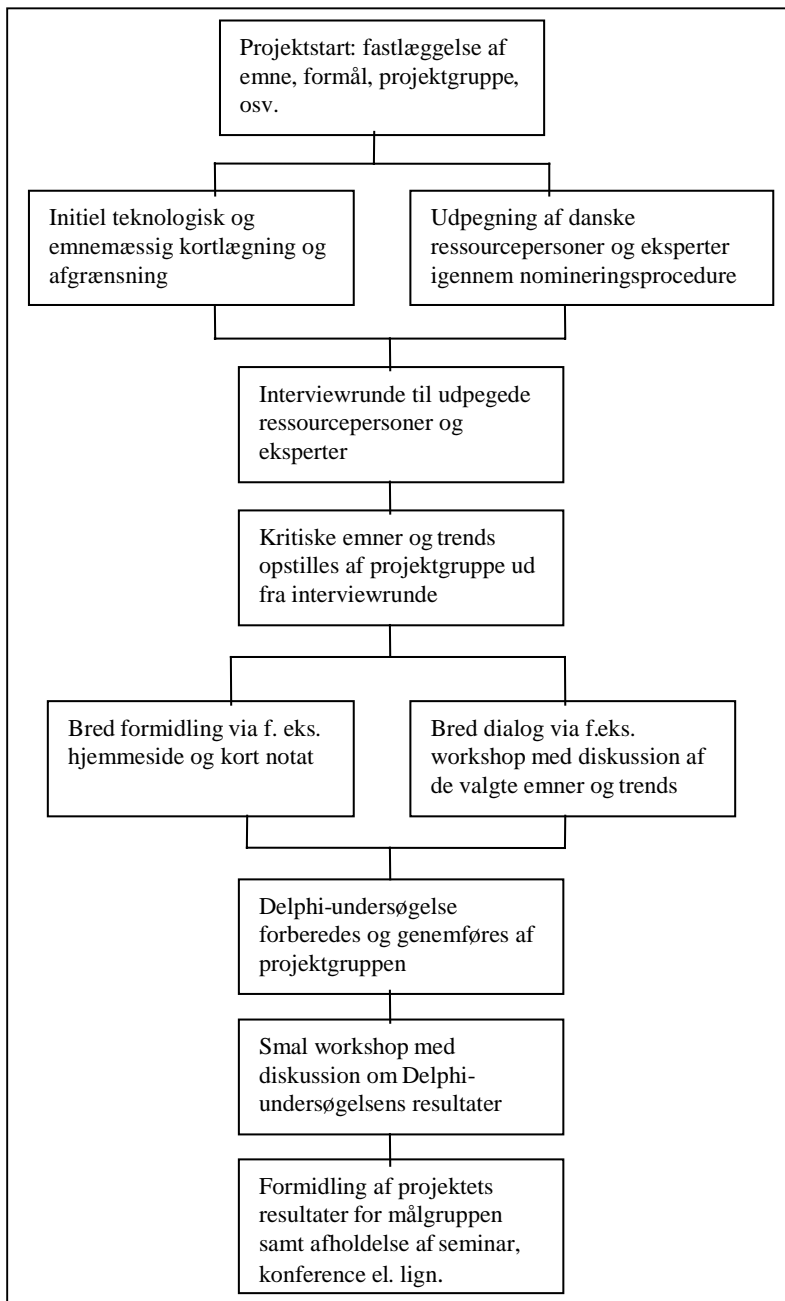
Andet eksempel er et TF projekt, hvor målet er at danne et overblik over et områdes fremtidige teknologiske udfordringer. Det antages endvidere, at erhvervslivet af konkurrencehensyn ikke kan deltage i panelmøder. De centrale elementer i processen udføres derfor af en projektgruppe samt igennem workshops for et bredt udsnit af områdets interessenter. Vurderingsfasen er i eksemplet bygget op om en Delphi-undersøgelse, men den kunne også basere sig på en scenarieproces i et panel sammensat uden f.eks. erhvervsdeltagelse.

Tredje eksempel er et bredt anlagt TF projekt, hvor nøgleaktører i en hel branche deltager i processen, og hvor målet er at opnå konsensus om f.eks. en større teknologipolitisk satsning. Kernen i dette eksempel er et ekspertpanel, der sammensættes af personer fra industrien, forskningsverdenen, GTS-systemet, myndigheder, interesseorganisationer, osv. Processen omfatter både workshops med bred deltagelse og en Delphi-undersøgelse med henblik på en tværgående dialog mellem aktører i og omkring branchen. Processen afsluttes med opstilling af strategiske mål for den teknologipolitiske satsning samt en handlingsplan (eller roadmap) for opnåelse af disse mål.

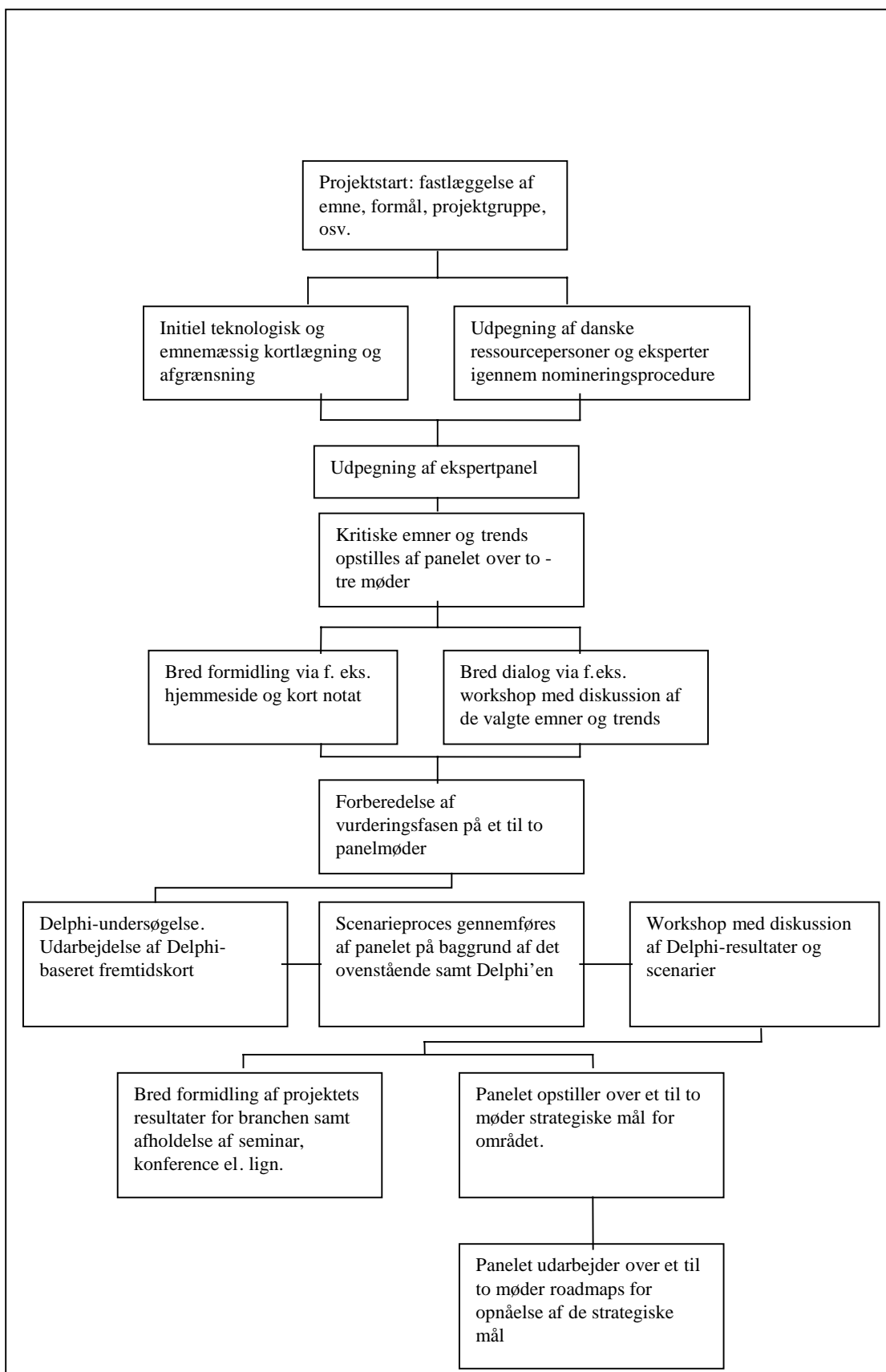
Boks 5: Første eksempel på TF forløb



Boks 6: Andet eksempel på TF forløb



Boks 7: Tredje eksempel på TF forløb



Litteratur

Generelt

Halal, W. E.; Kull, M. D.; Leffmann, A. (1997), Emerging Technologies – What's Ahead for 2001-2030, The Futurist, November-December 1997.

Holtmannspötter, Dirk & Axel Zweck (2001), Monitoring of Technology Forecasting Activities. ESTO Project Report.

Kuhlmann, et al. (1999), "Improving Distributed Intelligence in Complex Innovation Systems", Final report of the Advanced Science & Technology Policy Planning Network (ASTPP), TSER Contract No. SOE1-CT96-1013, Karlsruhe.

Martin, B. R.; R. Johnston (1999), Technology Foresight for Wiring up the National Innovation System – A review of Recent Government Exercises, Technology Forecasting and Social Change, Vol. 60, Issue 1.

Martin, Ben R. (1995), Foresight in Science and Technology, Technology Analysis & Strategic Management, Vol. 7, No 2.

OECD (1998), Science Technology and Industry Outlook 1998. OECD, Paris, 1998.

Metoder

Andersen, Ida-Elisabeth & Birgit Jæger (1999), Scenario workshops and consensus conferences, towards more democratic decision-making. Science and Public Policy, Vol. 26. No. 5.

Bijl, Rob (1992), Delphi in a Future Scenario Study on Mental Health and Mental Health Care. Futures.

Dutch Ministry of Economic Affairs; RAND Europe; Coopers & Lybrand; Battelle (1998), Technology Radar - Methodology. The Hague, The Netherlands.

Glenn, J. C. (ed.) (1994), Futures Research Methodology, American Council for the United Nations University. The Millennium Project. ISBN, 0-9657362-2-9.

Godet, M. (1987), Scenarios and Strategic Management, Butterworths, London.

Godet, M.; Fabrice Roubelat (1996), Creating the future, The Use and Misuse of Scenarios. Long Range Planning, Vol. 29, No. 2, pp164-171.

Owen, Harrison (1997), Open Space Technology - A User's Guide. Berret-Koehler Publishers.

Jantsch, Erich (1967), Technological Forecasting in Perspective, OECD, Paris.

Kappel, Thomas A. (2001), Perspectives on Roadmaps. How Organizations Talk about the Future. Journal of Product Innovation Management.

- Kostoff, Ronald N. & Robert R. Schaller (2001), Science and Technology Roadmaps. IEEE Transactions on Engineering Management, Vol. 48, No. 2.
- Linstone, H. A. (1999), Decision Making for Technology Executives. Using Multiple Perspectives to Improve Performance. Boston/London, Artech House.
- Linstone, H. A.; Turoff, M. (eds.) (1975), The Delphi Method, Techniques and Applications, Addison-Wesley, London, 1975.
- Loveridge, D. (1999), Foresight and Delphi Processes as Information Sources for Scenario Planning. Ideas in Progress Paper number 11. PREST University of Manchester.
- Martino, J. P. (1993), Technological Forecasting for Decision Making. New York, Mc. Graw-Hill Inc.
- Mercer, D. (1995), Simpler scenarios. Management Decision 33, 32-40.
- Mercer, D. (1997), Robust strategies in a day. Management and Decision 35, 129-223.
- Millet, S. M. & Edward J. Honton (1991), A Manager's Guide to Technology Forecasting and Strategy Analysis Methods. Columbus/Richland, Batelle Press.
- Nedeva, M.; Georghiou, L.; Loveridge, D; Cameron, H.M. (1996), The use of co-nomination to identify expert participants for Technology Foresight. R&D Management 26, 155-168.
- Schwartz, P. (1984/1997), The Art of the Long View, John Wiley and Sons; ISBN, 0471977853
- Sørensen, L. & Viktor Vidal (1999), Strategi og planlægning som læreproces. Seks bløde fremgangsmåder. København, Handelshøjskolens Forlag.
- Teknologirådet (1999), Teknologisk fremsyn i Danmark. København, Teknologirådets rapporter 1999/3.
- van der Heijden, K. (1996), Scenarios, the art of strategic conversation, Wiley, Chichester.
- van Wyk, R. (1997), Strategic Technology Scanning, Technology Forecasting and Social Change, 55, p21-38.

Anvendelser

- Cahil, E.; Scapolo, F. (1999). The Futures Project. Technology Map. European Commission. EUR 19031EN
- CEC (1997), Second European Report on S&T Indicators. Dossier 2 - Overview of National Technology Foresight Studies. EUR 17639.
- Cuhls, K.; Blind, K.; Grupp, H. (1998), Delphi '98 Umfrage - Studie zur Globale entwicklung von Wissenschaft und Technik. Fraunhofer ISI, Karlsruhe.
- Georghiou, L. (1996) The UK Technology Foresight program. Futures, 28, 359-377.

Grupp, H. and H. A. Linstone (2000), National Foresight Activities Around the Globe, Technology Forecasting and Social Change, Vol 60, Issue 1.

ITAE Office Association (2001), Technology Roadmap on Software Intensive Systems. The Vision of the ITEA (SOFTEC Project). Eindhoven.

Loveridge, D.; Georghiou, L.; Nedeva M. (1995), United Kingdom Technology Foresight Programme. Delphi Survey. A Report to the Office of Science and Technology. PREST, University of Manchester. ISBN 0 946007 06 3

NISTEP (1997), The Sixth Technology Forecast Survey - Future Technology in Japan Toward the Year 2025. Science and Technology Agency, Japan.

Ministerie van Economische Zaken (1998), Technology Radar - Main Report and Executive Summary, The Hague, The Netherlands.

Ministerie van Economische Zaken (1998), Technology Radar - Global Views on Strategic Technologies, The Hague, The Netherlands.